

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

21 Aktenzeichen: 196 12 984.2-13  
22 Anmeldetag: 1. 4. 96  
43 Offenlegungstag: 10. 10. 96  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 4. 99

Westphäl · Mussgnug & Partner  
Patentanwälte · 80336 München

**Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden**

⑩ Unionspriorität:  
7-079010 04.04.95 JP  
⑪ Patentinhaber:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑫ Vertreter:  
Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

72 Erfinder:  
Taruya, Masaaki, Tokio/Tokyo, JP; Koiwa, Mitsuru,  
Tokio/Tokyo, JP

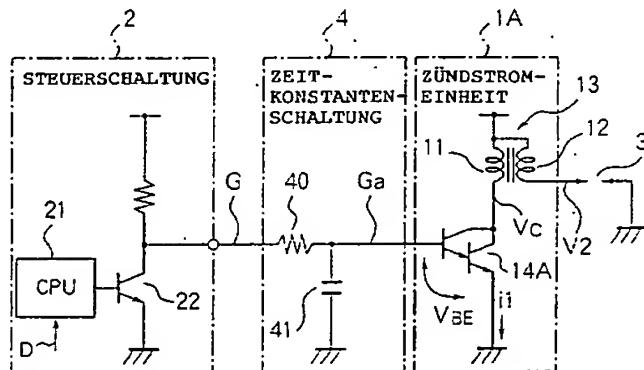
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	29 27 058 A1
DD	73 198
US	51 27 388 A
JP	05-3 40 330 A
JP	04-31 664 A

54 Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

55 Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Zündstromeinheit (1A) mit einer Zündspule (13) und einem Leistungstransistor (14A), um einen Primärstrom (i1) zu der Zündspule (13) zuzuführen und zu unterbrechen; und

56 – einer Steuerschaltung (2) mit einer CPU (21), die einen Zündzeitpunkt der Brennkraftmaschine und die Zuführungszeitdauer des Primärstromes (i1) in Abhängigkeit von den Betriebszuständen berechnet und ein Zündsignal (G) an den Leistungstransistor (14A) abgibt, um den Primärstrom (i1) in Abhängigkeit von dem Zündsignal (G) zuzuführen und zu unterbrechen und um eine Sekundär-Hochspannung (V2) von der Zündspule (13) zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungstransistor (14A) eine derartige Charakteristik besitzt, daß sein Gleichstromverstärkungsverhältnis ( $hFE$ ) ansteigt, wenn die Basis-Emitter-Spannung (VBE) zwischen seiner Basis und seinem Emitter ansteigt, um das Ansteigen des Primärstromes (i1) zu unterdrücken.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Zündstromeinheit mit einer Zündspule und einem Leistungstransistor, um einen Primärstrom zu der Zündspule zuzuführen und zu unterbrechen; und mit einer Steuerschaltung mit einer CPU, die einen Zündzeitpunkt der Brennkraftmaschine und die Zuführungszeitdauer des Primärstromes in Abhängigkeit von den Betriebszuständen berechnet und ein Zündsignal an den Leistungstransistor abgibt, um den Primärstrom in Abhängigkeit von dem Zündsignal zuzuführen und zu unterbrechen und um eine Sekundär-Hochspannung von der Zündspule zu erzeugen.

Derartige Zündeinrichtungen dienen dazu, Fehlfunktionen im Betrieb, die sonst hervorgerufen werden, wenn der Primärstrom beim Anstieg eines Zündsignals zu fließen beginnt, wirksam zu verhindern, ohne dabei Hochspannungsdioden zu verwenden.

Herkömmlicherweise steuert eine Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, welche einen elektronischen Verteiler sowie eine unabhängige Zündspule für jede Zündkerze aufweist, die Menge des Kraftstoffes, der in jeden Zylinder eingespritzt wird, und den Zündzeitpunkt durch elektronische Berechnung unter Verwendung eines Mikrocomputers.

Auch wenn ein Primärstrom  $i_1$  zu der Zündspule zugeführt und unterbrochen wird, indem man einen Leistungstransistor  $14$  in Abhängigkeit von einem Zündsignal einschaltet und ausschaltet, besteht zu diesem Zeitpunkt die Möglichkeit, daß eine Fehlfunktion hervorgerufen wird, wie z. B. eine Frühzündung oder dergleichen aufgrund einer Sekundär-Hochspannung, die induziert wird, wenn das Zündsignal ansteigt.

Um eine solche Fehlfunktion zu verhindern, ist bei einer herkömmlichen Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eine Hochspannungsdiode auf der Sekundärseite der Zündspule eingesetzt, um die Abgabe einer Sekundär-Hochspannung zu sperren, wenn das Zündsignal ansteigt.

Die herkömmliche Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 11 und 12 näher erläutert. Fig. 11 zeigt ein Schaltbild zur Erläuterung der herkömmlichen Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, und Fig. 12 zeigt ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der herkömmlichen Zündeinrichtung gemäß Fig. 11.

Gemäß Fig. 11 weist eine Zündstromeinheit 1 eine Zündspule 13 auf, die aus einer Primärwicklung 11 und einer Sekundärwicklung 12 sowie einem Leistungstransistor 14 besteht, um einen Primärstrom  $i_1$  zu der Primärwicklung 11 zuzuführen und zu unterbrechen. Die Zündstromeinheit 1 legt eine Sekundär-Hochspannung  $V_2$ , die von der Sekundärwicklung 12 abgegeben wird, an die Zündkerze 3 des jeweiligen Zylinders an.

Eine Hochspannungsdiode 15, die eine Fehlfunktion verhindern soll, ist an den Ausgangsanschluß der Sekundärwicklung 12 angeschlossen, um eine Spannung mit positiver Polarität, die der Sekundärspannung  $V_2$  überlagert ist, zu beseitigen. Die Primärwicklung 11 und die Sekundärwicklung 12 in der Zündspule 13 haben einen gemeinsamen Leistungsverteileranschluß, der mit einer Batterie-Stromversorgungseinheit verbunden ist.

Der Leistungstransistor 14 besteht aus einem NPN-Transistor mit geerdetem Emitter, und sein Kollektor ist mit der Primärwicklung 11 verbunden.

Eine Steuerschaltung 2 weist eine CPU 21 auf, bestehend aus einem Mikrocomputer und einem Ausgangstransistor 22 zur Verstärkung eines Steuersignals von der CPU 21. Die CPU 21 steuert die Kraftstoffeinspritzung in jeden Zylinder

einer Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von Betriebszustandssignalen  $D$  von verschiedenen, nicht dargestellten Sensoren und berechnet außerdem den Zündzeitpunkt (entsprechend einem Zeitpunkt, zu dem der Primärstrom  $i_1$  unterbrochen wird) und eine Periode zur Zuführung des Primärstromes  $i_1$  (entsprechend der Impulsdauer des Zündsignals  $G$ ) und gibt das Zündsignal  $G$  über den Ausgangstransistor 22 an den Leistungstransistor 14 ab.

Der Ausgangstransistor 22 besteht aus einem NPN-Transistor mit geerdetem Emitter, und sein Kollektor ist mit der Batterie-Stromversorgungseinheit verbunden.

Das Zündsignal  $G$  wird an die Basis des Leistungstransistors 14 angelegt, um den Primärstrom  $i_1$  zuzuführen und zu unterbrechen, und veranlaßt die Zündspule 13 zur Erzeugung einer Sekundär-Hochspannung  $V_2$ .

Die Betriebszustandssignale  $D$ , die von den verschiedenen Sensoren erhalten werden, umfassen beispielsweise Signale, die repräsentativ sind für die Motordrehzahl, die Saugluftmenge, die Kühlwassertemperatur, den Druck im Ansaugkrümmer, den Drosselklappenöffnungsgrad, den Grad der Gaspedalbetätigung und dergleichen.

Fig. 12 zeigt ein Wellenformdiagramm von verschiedenen Signalen der Zündeinrichtung gemäß Fig. 11, wobei die zeitlichen Änderungen des Kollektorpotentials  $V_c$  des Leistungstransistors 14, des Primärstromes  $i_1$  und der Sekundärspannung  $V_2$  dargestellt sind. Ferner ist das Zündsignal  $G$  selbst angegeben.

Als nächstes wird unter Bezugnahme auf Fig. 12 der Betrieb der herkömmlichen Zündeinrichtung für Brennkraftmaschinen gemäß Fig. 11 erläutert.

Zuerst bewirkt die CPU 21 in der Steuerschaltung 2 die Kraftstoffeinspritzung in den jeweiligen Zylinder der Brennkraftmaschine zu einem optimalen Zeitpunkt in Abhängigkeit von den Betriebszustandssignalen  $D$  und gibt das Zündsignal  $G$  ab, um eine Periode der Zuführung des Primärstromes  $i_1$  und den Zündzeitpunkt (Unterbrechungszeitpunkt) zu optimieren.

Der Leistungstransistor 14 in der Zündstromeinheit 1 wird in Abhängigkeit von dem Zündsignal  $G$  mit H-Pegel eingeschaltet und beginnt, der Primärwicklung 11 den Primärstrom  $i_1$  zuzuführen.

Das Zündsignal  $G$  nimmt zu einem optimalen Zeitpunkt, nachdem der Primärstrom  $i_1$  den Sollstromwert erreicht hat, den L-Pegel an, um dadurch den Leistungstransistor 14 auszuschalten und dadurch den Primärstrom  $i_1$  zu unterbrechen. Durch diesen Vorgang wird in der Sekundärwicklung 12 die Sekundär-Hochspannung  $V_2$  induziert, so daß ein Zündfunke an der jeweiligen Zündkerze 3 erzeugt wird, um die Zündung zu bewirken.

Wenn jedoch die Kollektorspannung  $V_c$  des Leistungstransistors 14 steil abfällt, wenn das Zündsignal  $G$  ansteigt, dann wird eine Induktionsspannung zu der Zündspule 13 erzeugt, so daß der Sekundärspannung  $V_2$  ein Störsignal mit relativ hoher Spannung überlagert wird, wie es mit einer gestrichelten Linie in Fig. 12 dargestellt ist.

Wenn durch ein derartiges Störsignal ein Entladungsfunke oder Zündfunke der Zündkerze eines Zylinders während eines Saughubes oder eines Verdichtungshubes erzeugt wird, so erfolgt eine Zündung zu einem unerwünscht frühen Zeitpunkt.

Infolgedessen ist die Hochspannungsdiode 15 an den Ausgangsanschluß der Zündspule 13 angeschlossen, um eine Sekundärspannung  $V_2$  abzugeben, von der ein überlagertes Störsignal mit positiver Polarität beseitigt worden ist, wie es mit der ausgezogenen Linie in Fig. 12 angedeutet ist.

Das bedeutet, die Hochspannungsdiode 15 sperrt das Anlegen der Sekundärspannung  $V_2$  an die Zündkerze 3, wenn die Zuführung des Primärstromes  $i_1$  gestartet wird, um eine

vorzeitige Zündung der Zündkerze 3 zu verhindern. Mit dieser Anordnung kann eine Fehlfunktion verhindert werden, indem man den Einfluß der Sekundärspannung V2 unterdrückt, wenn die Zuführung des Primärstromes 11 beginnt.

Das Einsetzen der Hochspannungsdiode 15 erhöht jedoch die Anzahl der Bauteile und vergrößert die Schaltungsanordnung, derart, daß die Größe und das Gewicht der Einrichtung erhöht werden, weil ein Raum zum Anbringen der Teile sowie ein Isolierraum benötigt werden. Außerdem werden dadurch die Arbeitskosten für die Montage der Zündspule 13 und das Anschließen der Sekundärwicklung 12 usw. erhöht.

Da weiterhin die Hochspannungsdiode 15 mit der Sekundär-Hochspannung V2 beaufschlagt wird und in der Nähe der Zündspule 13 eingebaut wird, die eine hohe Temperatur erzeugt, muß die Hochspannungsdiode 15 als Komponente so ausgelegt sein, daß sie eine ausreichend hohe Zuverlässigkeit besitzt, um die ungünstige Umgebung, in der sie verwendet wird, auszuhalten.

Dadurch steigen die Kosten für eine solche Hochspannungsdiode 15 mit der Folge, daß auch die Kosten für die Zündeinrichtung selbst erhöht werden.

Da die herkömmliche Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine die Hochspannungsdiode 15 aufweist, welche an den Ausgangsanschluß der Zündspule 13 zur Erzeugung der Sekundärspannung V2 angeschlossen ist, um eine Fehlfunktion zu verhindern, wenn das Zündsignal G ansteigt, tritt bei der herkömmlichen Zündeinrichtung das Problem auf, daß die Anzahl der Teile zunimmt und somit die Zündeinrichtung selbst größere Abmessungen und Kosten mit sich bringt.

Aus der US 5 127 388 A ist ein Zündsystem für eine Brennkraftmaschine bekannt, die folgende Komponenten aufweist: Mindestens eine Zündkerze; mindestens eine Zündspule, deren Sekundärwicklung mit der Zündkerze verbunden ist; einen Leistungstransistor, dessen Ausgangsstrecke mit der Primärwicklung der Zündspule zwischen zwei Klemmen einer Gleichstromversorgung in Reihe geschaltet ist; und eine Steuerschaltung, um den Leistungstransistor aus dem ausgeschalteten Zustand in den gesättigten Zustand zu schalten, um einen Stromfluß in der Primärwicklung der Zündspule zu ermöglichen, um dadurch einen Zündfunken zu erzeugen. Die Steuerschaltung ist dabei so ausgelegt, daß sie den Leistungstransistor fortschreitend aus dem ausgeschalteten Zustand in den gesättigten Zustand schaltet, und zwar in Abhängigkeit von einer Spannung, die zwischen den Klemmen seiner Ausgangsstrecke durch das Anlegen eines Trebersignals, das zuerst kontinuierlich und dann gepulst ist, gemessen wird.

In der DE 29 27 058 A1 ist eine Steuereinrichtung für eine Zündspule einer Brennkraftmaschine angegeben, deren Primärwicklung mit einer elektrischen Stromquelle und deren Sekundärwicklung mit zumindest einer Zündkerze verbunden sind, wobei die Steuereinrichtung folgendes aufweist: eine Eingangsschaltung zur Erzeugung einer Folge von Impulssignalen, die jeweils einen ersten und einen zweiten Betrag aufweisen; einen mit seiner Basis mit der Eingangsschaltung verbundenen und über seine Emitter-Kollektor-Strecke mit der Primärwicklung der Zündspule in Reihe geschalteten Ausgangstransistor, der in Abhängigkeit von dem ersten und dem zweiten Betrag der Impulssignale zur Erregung und Aberregung der Primärwicklung der Zündspule in den Leitzustand bzw. den Sperrzustand versetbar ist; und eine Rückkopplungsschaltung mit einem Kondensator, einer in Reihe zwischen die Basis und den Kollektor des Ausgangstransistors geschalteten Konstantspannungsdiode und einem mit dem Verbindungspunkt zwischen dem Kondensator und der Konstantspannungsdiode

verbundenen Widerstand, bei der der Kondensator beim Übergang des Ausgangstransistors vom Sperrzustand in den Leitzustand einen von der elektrischen Stromquelle zu der Primärwicklung der Zündspule fließenden Strom allmählich erhöht und die Konstantspannungsdiode eine beim Übergang des Ausgangstransistors vom Leitzustand in den Sperrzustand am Kollektor des Ausgangstransistors entwickelte Hochspannung absorbiert.

In der DD 73 198 ist eine mit einem Transistor geschaltete Zündanlage für eine Brennkraftmaschine angegeben, deren Zündspule eine mit Rücksicht auf die Sperrspannung des Transistors begrenzte Primärinduktivität aufweist. In der von der Basis des Transistors über einen Anpassungswiderstand bis zu dem dem Emitter des Transistors entgegengesetzten Spannungspotential verlaufenden Leitungsstrecke ist dabei eine Drossel eingeschaltet, die dazu dient, den Primärstromanstieg in akzeptabler Weise zu verlangsamen.

In der JP 4-31664 A ist ein Zündsystem für eine Brennkraftmaschine angegeben, das dazu dient, Schwingungen des Primärstromes zu unterdrücken und Fehlzündungen zu verhindern. Zu diesem Zweck ist dort eine mit Verzögerung arbeitende Basisstrom-Zuführungsschaltung vorgesehen, um den Basisstrom zu einem Bipolar-Leistungstransistor allmählich zu erhöhen, um das Einschalten und Ausschalten des Primärstromes einer Zündspule zu bewirken. In den Leistungsschalter, der den Leistungstransistor aufweist, ist die mit Verzögerung arbeitende Basisstrom-Zuführungsschaltung eingebaut, die dafür sorgt, daß der in den Leistungstransistor fließende Basisstrom nur allmählich ansteigt, wenn die Zuführung einer Signalspannung für die Lieferung des Basisstromes gestartet worden ist.

In der JP S-340330 A ist eine Zündsteuerung für eine Brennkraftmaschine angegeben, die dazu dienen soll, einen zuverlässigen Betrieb ohne Fehlzündungen zu ermöglichen, ohne einen zu komplizierten Aufbau erforderlich zu machen. Die Zündsteuerschaltung weist einen Primärstrom-Begrenzungstransistor und eine Zenerdiode auf, die an die Basis eines Leistungstransistors angeschlossen sind. Weiterhin ist eine Basisstrom-Steuerschaltung vorgesehen, die einen Kondensator, eine Diode und einen Widerstand aufweist, welche parallel zu der Zenerdiode geschaltet sind, um dadurch den Anstieg der Basisspannung des Leistungstransistors zu verlangsamen, wenn ein Zündsignal ansteigt. Infolgedessen wird der Anstieg des Primärstromes in einer Zündspule verlangsamt, um die Erzeugung einer Hochspannung auf der Sekundärseite zu dieser Zeit zu unterdrücken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art anzugeben, die einen zuverlässigen Betrieb gewährleistet, wobei beim Einschalten des Zündspulen-Primärstromes unerwünschte Zündfunken vermieden werden, ohne daß zu diesem Zweck teure und montageaufwendige Hochspannungsdioden verwendet werden müssen, wobei zugleich eine kostengünstige Lösung mit geringen Abmessungen möglich ist.

Die erfundsgemäße Lösung besteht darin, eine Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art so auszubilden, daß der Leistungstransistor eine derartige Charakteristik besitzt, daß sein Gleichstromverstärkungsverhältnis ansteigt, wenn die Basis-Emitter-Spannung zwischen seiner Basis und seinem Emitter ansteigt, um das Ansteigen des Primärstromes zu unterdrücken.

Da bei einer derartigen Anordnung das Gleichstromverstärkungsverhältnis des Leistungstransistors erhöht wird, wenn die Basis-Emitter-Spannung ansteigt, wird das Ansteigen des Primärstromes dadurch unterdrückt, daß das Einschalten des Leistungstransistors in allmäßlicher Weise erfolgt, um die Erzeugung einer Sekundärspannung zu unter-

drücken, wenn der Primärstrom zu fließen beginnt.

Die Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine gemäß der Erfindung weist ferner eine Zeitkonstantenschaltung auf, welche einen Kondensator enthält. Dieser Kondensator ist zwischen einem Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung mit der Basis des Leistungstransistors verbunden ist, und Masse geschaltet, um das Ansteigen eines Zündsignals zu unterdrücken.

Da bei der vorstehend beschriebenen Anordnung das Ansteigen des Zündsignals durch die Zeitkonstantenschaltung mit dem Kondensator unterdrückt wird, der zwischen den Ausgangsanschluß der Steuerschaltung und die Basis des Leistungstransistors geschaltet ist, wird weiterhin eine Sekundärspannung unterdrückt, die dann erzeugt wird, wenn der Primärstrom zu fließen beginnt.

Bei einer speziellen Ausführungsform gemäß der Erfindung weist die Zeitkonstantenschaltung einen Widerstand, der in Reihe mit einem Kondensator geschaltet ist, und einen PNP-Transistor mit geerdetem Kollektor auf, dessen Basis mit einem Anschluß verbunden ist, an dem der Widerstand mit dem Kondensator verbunden ist, wobei eine Emitter mit der Basis des Leistungstransistors verbunden ist.

Bei einer derartigen Anordnung ist die Zeitkonstante der Zeitkonstantenschaltung auf einen kleinen Wert eingestellt, indem man das Zündsignal durch Abschalten des PNP-Transistors wirksam macht, dessen Basis mit dem positiven Anschluß des Kondensators verbunden ist, wenn der Kondensator geladen wird.

Bei einer anderen Ausführungsform gemäß der Erfindung weist die Zeitkonstantenschaltung einen Widerstand auf, der zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung mit einem Kondensator verbunden ist, und die Basis eines Leistungstransistors geschaltet ist. Ferner ist ein PNP-Transistor mit geerdetem Kollektor vorgesehen, dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator mit dem Widerstand verbunden ist, während sein Emitter mit der Basis des Leistungstransistors verbunden ist.

Bei der vorstehend angegebenen Anordnung wird die Zeitkonstante der Zeitkonstantenschaltung auf einen kleinen Wert eingestellt, indem man das Zündsignal durch Ausschalten des PNP-Transistors wirksam macht, dessen Basis mit dem positiven Anschluß des Kondensators verbunden ist, wenn der Kondensator geladen wird. Weiterhin ist der Leistungstransistor gegenüber einem Spannungsstoß geschützt, der einem Zündsignal überlagert ist, und zwar durch den Widerstand, der an den Basisanschluß des Leistungstransistors angeschlossen ist.

Bei einer weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung weist die Zeitkonstantenschaltung folgendes auf: einen Widerstand, der zwischen einem Kondensator und Masse geschaltet ist; eine Diode, die mit umgekehrter Polarität zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung mit dem Kondensator verbunden ist, und die Basis eines Leistungstransistors geschaltet ist; und einen PNP-Transistor mit einem Emitter, der an den Anschluß angeschlossen ist, an dem der Kondensator mit der Kathode der Diode verbunden ist, mit einem Kollektor, der an den Anschluß angeschlossen ist, an dem die Anode der Diode mit der Basis des Leistungstransistors verbunden ist, und mit einer Basis, die an den Anschluß angeschlossen ist, an dem der Kondensator mit dem Widerstand verbunden ist.

Bei einer derartigen Ausführungsform wird das Ansteigen eines Zündsignals in zuverlässiger Weise verzögert, indem man das Zündsignal durch Ausschalten des PNP-Transistors wirksam macht, dessen Basis mit dem negativen Anschluß des Kondensators verbunden ist, wenn der Kondensator geladen wird. Ferner wird der Leistungstransistor aus-

geschaltet, indem man den Basisstrom des Leistungstransistors durch die Diode zur Masse ableitet, wenn das Zündsignal ausgeschaltet wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung ist eine Zeitkonstantenschaltung vorgesehen, die folgendes aufweist: einen Widerstand, der in Reihe mit einem Kondensator geschaltet ist; eine Diode, die mit umgekehrter Polarität zwischen den Anschluß einer Steuerschaltung mit dem Widerstand verbunden ist, und die Basis eines Leistungstransistors geschaltet ist; und einen NPN-Transistor mit einem Kollektor, der an den Anschluß angeschlossen ist, an dem der Widerstand mit der Kathode der Diode verbunden ist, mit einem Emitter, der mit dem Anschluß verbunden ist, an dem die Anode der Diode mit der Basis des Leistungstransistors verbunden ist, und mit einer Basis, die mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator mit dem Widerstand verbunden ist.

Bei einer derartigen Ausführungsform wird das Ansteigen eines Zündsignals in zuverlässiger Weise verzögert, indem man ein Zündsignal durch Einschalten des PNP-Transistors wirksam macht, dessen Basis mit dem positiven Anschluß des Kondensators verbunden ist, wenn der Kondensator geladen wird. Ferner wird der Leistungstransistor ausgeschaltet, indem man den Basisstrom des Leistungstransistors durch die Diode zur Masse leitet, wenn das Zündsignal ausgeschaltet wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung weist die Zeitkonstantenschaltung folgendes auf: einen Widerstand, der zwischen einem Kondensator und Masse geschaltet ist; einen Spannungsfolger mit einem invertierenden Eingang, der an den Anschluß angeschlossen ist, an dem der Kondensator mit dem Widerstand verbunden ist, und mit einem nicht invertierenden Eingang, der mit dem Ausgang kurzgeschlossen ist; und einen NPN-Transistor mit geerdetem Emitter, wobei sein Kollektor mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Ausgangsanschluß einer Steuerschaltung mit der Basis des Leistungstransistors verbunden ist, und wobei seine Basis mit dem Ausgangsanschluß des Spannungsfolgers verbunden ist.

Bei einer derartigen Ausführungsform wird ein Zündsignal durch Ausschalten des NPN-Transistors wirksam gemacht, dessen Basis mit dem negativen Anschluß des Kondensators über den Spannungsfolger verbunden wird, wenn der Kondensator geladen wird. Zu diesem Zeitpunkt ist die Schaltungskonstante des Spannungsfolgers derart voreingestellt, daß die Temperaturcharakteristik und dergleichen des Zündsignals einstellbar sind.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Diagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise des Leistungstransistors, der bei der ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung verwendet wird;

Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung des Betriebes eines Leistungstransistors, der bei der ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung verwendet wird;

Fig. 4 ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung;

Fig. 5 ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Kollektorspannung und des Anstiegsbereiches der Sekundärspannung gemäß Fig. 4 in vergrößertem Maßstab;

Fig. 6 ein Schaltbild zur Erläuterung einer dritten Ausführungsform gemäß der Erfindung;

Fig. 7 ein Schaltbild zur Erläuterung eines anderen Bei-

spiels der dritten Ausführungsform gemäß der Erfindung; Fig. 8 ein Schaltbild zur Erläuterung einer vierten Ausführungsform gemäß der Erfindung; Fig. 9 ein Schaltbild zur Erläuterung eines anderen Beispiels der vierten Ausführungsform gemäß der Erfindung; Fig. 10 ein Schaltbild zur Erläuterung einer fünften Ausführungsform gemäß der Erfindung; Fig. 11 ein Schaltbild zur Erläuterung einer herkömmlichen Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine; und in Fig. 12 ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der herkömmlichen Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine.

### Erste Ausführungsform

Fig. 1 zeigt ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung, wobei eine Steuerschaltung 2 den gleichen Aufbau hat wie bei einer herkömmlichen Zündeinrichtung. Gemäß Fig. 1 weist eine Zündstromeinheit 1A eine Zündspule 13 zur Abgabe einer Sekundärspannung V2 und einen Leistungstransistor 14A auf, um einen Primärstrom i1 zuzuführen und zu unterbrechen; die Zündstromeinheit 1A ist dabei in gleicher Weise ausgebildet wie die herkömmliche Zündstromeinheit 1, mit der Abweichung, daß die Hochspannungsdiode 15 gemäß Fig. 11 entfallen ist.

In diesem Falle hat der Leistungstransistor 14A eine solche Charakteristik, daß sein Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE ansteigt, wenn die Basis-Emitter-Spannung VBE zwischen der Basis und dem Emitter des Transistors (entsprechend dem Spannungspegel eines Zündsignals Ga) ansteigt, um dadurch das Ansteigen des Primärstromes i1 zu unterdrücken. Es darf darauf hingewiesen werden, daß ein nicht dargestellter Widerstand mit einem geeigneten Widerstandswert zwischen die Basis und den Emitter von jedem der Transistoren geschaltet sein kann, die in einer Darlington-Schaltung gemäß Fig. 1 miteinander verbunden sind, um dafür zu sorgen, daß der Leistungstransistor 14A die Eigenschaft hat, das Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE zu erhöhen, wenn die Basis-Emitter-Spannung VBE ansteigt.

Ferner ist eine Zeitkonstantenschaltung 4 zwischen den Ausgangsanschluß der Steuerschaltung 2 und die Basis des Leistungstransistors 14A geschaltet, um das Ansteigen eines Zündsignals G zu unterdrücken und dafür zu sorgen, daß das Zündsignal Ga eine geglättete Wellenform besitzt. Die Zeitkonstantenschaltung 4 besteht aus einem Widerstand 40, der zwischen den Ausgangsanschluß der Steuerschaltung 2 und die Basis des Leistungstransistors 14A geschaltet ist, und einem Kondensator 41, der zwischen den Anschluß, an dem der Widerstand 40 mit der Basis des Leistungstransistors 14A verbunden ist, und Masse geschaltet ist.

Die Fig. 2 und 3 zeigen charakteristische Graphen zur Erläuterung der Wirkungsweise des Leistungstransistors 14A gemäß Fig. 1. Dabei ist in Fig. 2 die Änderung des Primärstromes i1 gegenüber dem Kollektorpotential Vc (Kollektor-Emitter-Spannung) des Leistungstransistors 14A als Parameter des Gleichstromverstärkungsverhältnisses hFE dargestellt. Fig. 3 zeigt die Änderung des Primärstromes i1 gegenüber der Basis-Emitter-Spannung VBE des Leistungstransistors 14A und gegenüber dem Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE.

Wenn gemäß Fig. 2 der Leistungstransistor 14A ein kleines Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE besitzt, so nähert sich die charakteristische Kurve dem Unterbrechungsbereich (Phantombereich) in einem Aktivierungsbereich, so daß der Primärstrom i1 einen kleinen Wert an der Stelle hat, an der die Kurve eine Belastungskennlinie schneidet (Arbeitspunkt). Wenn hingegen das Gleichstromverstärkungs-

verhältnis hFE einen großen Wert hat, so nähert sich die charakteristische Kurve dem Sättigungsbereich (Phantombereich) von dem Aktivierungsbereich aus, so daß der Primärstrom i1 an dem Arbeitspunkt einen großen Wert hat.

Gemäß Fig. 3 wird der Primärstrom i1 in dem Bereich auf einen kleinen Stromwert unterdrückt, in welchem die Basis-Emitter-Spannung VBE des Leistungstransistors 14A einen kleinen Wert hat, während der Primärstrom i1 in dem Bereich steil ansteigt, in welchem die Basis-Emitter-Spannung VBE einen großen Wert besitzt.

Weiterhin kann der Primärstrom i1 in dem Bereich auf einen kleinen Stromwert unterdrückt werden, in welchem das Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE des Leistungstransistors 14A einen kleinen Wert besitzt, und wenn das Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE ansteigt, so hat der Primärstrom i1 einen größeren Stromwert.

Infolgedessen läßt sich aus Fig. 3 entnehmen, daß der Leistungstransistor 14A eine solche Charakteristik besitzt, daß er sein Gleichstromverstärkungsverhältnis erhöht, wenn die Basis-Emitter-Spannung VBE ansteigt, so daß das Ansteigen des Primärstromes i1 unterdrückt werden kann.

Fig. 4 zeigt ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung. Dabei sind die zeitlichen Änderungen des Kollektorpotentials Vc und der Sekundärspannung V2 gegenüber den Zündsignalen G und Ga dargestellt. Fig. 5 zeigt ein Wellenformdiagramm zur Erläuterung des Kollektorpotentials Vc und der Sekundärspannung V2 gemäß Fig. 4 in einer vergrößerten Darstellung; dabei sind die Wellenformen dargestellt, die dem Zeitpunkt entsprechen, in welchem das Zündsignal G ansteigt.

Als nächstes wird die Wirkungsweise der ersten Ausführungsform gemäß der Erfindung gemäß Fig. 1 unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 5 näher erläutert.

Wie bereits erwähnt, sorgt eine CPU 21 in der Steuerschaltung 2 für das Einspritzen von Kraftstoff in den jeweiligen Zylinder einer Brennkraftmaschine zu einem optimalen Zeitpunkt in Abhängigkeit von Betriebszustandssignalen D sowie für die Abgabe des Zündsignals G, um das Zuführen und das Unterbrechen des Primärstromes i1 zu bestimmen.

Das Zündsignal G wird in das Zündsignal Ga mit einer sanft ansteigenden Wellenform umgewandelt und an die Basis des Leistungstransistors 14A in der Zündstromeinheit 1A angelegt.

Der Leistungstransistor 14A beginnt, in Abhängigkeit von dem Zündsignal Ga den Primärstrom i1 zuzuführen und unterbricht den Primärstrom i1 zu einem vorgegebenen Zündzeitpunkt.

Da zu diesem Zeitpunkt das Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE des Leistungstransistors 14A einen kleinen Wert besitzt, wie es Fig. 3 zeigt, wenn das Zündsignal Ga ansteigt, unterdrückt dies das Ansteigen des Primärstromes i1.

Da außerdem das Ansteigen des Zündsignals Ga bereits durch die Zeitkonstantenschaltung 4 unterdrückt ist, wird das Ansteigen weiter unterdrückt.

Infolgedessen wird ein steiles Abfallen des Kollektorpotentials Vc, das mit einer gestrichelten Linie in Fig. 5 dargestellt ist, verhindert (wenn der Wert von hFE nicht verändert wird), und es nimmt sanft ab, wie es mit der ausgezogenen Linie dargestellt ist. Aus diesem Grunde wird der Sekundärspannung V2 kein Störsignal (gemäß der gestrichelten Linie in Fig. 5) überlagert, wenn der Primärstrom i1 zu fließen beginnt, und somit kann keine Fehlfunktion an der Zündkerze 3 auftreten.

Wenn der Leistungstransistor 14A in dem Aktivierungsbereich gemäß Fig. 2 betrieben wird, indem man das Gleichstromverstärkungsverhältnis hFE zu Beginn des Ansteigens

des Zündsignals  $G_a$  in der oben beschriebenen Weise verringert, so wird die Arbeitsgeschwindigkeit des Leistungstransistors 14A langsam gemacht, und infolgedessen steigt der Primärstrom  $i_1$  sanft an.

Wenn der Spannungsspeigel (Basis-Emitter-Spannung  $V_{BE}$ ) des Zündsignals  $G_a$  im Anschluß an den obigen Vorgang ansteigt, so wird das Gleichstromverstärkungsverhältnis  $hFE$  des Leistungstransistors 14A ohne jeden Widerstand sanft auf einen großen Wert geändert.

Infolgedessen wird der Primärstrom  $i_1$  in Kontakt mit dem Sättigungsbereich von dem kleinen Stromwert in dem Aktivierungsbereich an der Stelle, wo die Belastungskennlinie gemäß Fig. 2 kreuzt (Arbeitspunkt) auf einen großen Stromwert geändert, so daß die Zündspule 13 die Sekundärspannung  $V_2$  erzeugt, welche ausreichend ist, um dafür zu sorgen, daß die Zündkerze 3 einen Zündfunken abgibt.

Wie oben erläutert, kann verhindert werden, daß ein Hochspannungssignal der Sekundärspannung  $V_2$  überlagert wird, ohne daß eine Hochspannungsdiode 15 gemäß Fig. 11 an dem Ausgangsanschluß der Zündspule 13 vorgesehen ist, und zwar durch die Verwendung eines Leistungstransistors 14A, der eine charakteristische Änderung des Gleichstromverstärkungsverhältnisses  $hFE$  besitzt, sowie der Zeitkonstantenschaltung 4.

Daher kann eine Fehlfunktion in zuverlässiger Weise und mit ausreichender Zuverlässigkeit verhindert werden, ohne die Herstellungskosten der Zündeinrichtung zu erhöhen; vielmehr wird eine vereinfachte Schaltungsanordnung verwendet.

Die Zündkerze 3 hat im allgemeinen einen Entladungsspalt von etwa 0,8 mm bis 1,1 mm und die minimale Entladungsstartspannung an der Zündkerze 3 in dem Zylinder der Brennkraftmaschine beträgt etwa 3 kV bis 5 kV (1,5 kV oder mehr, auch wenn variable Komponenten hierbei berücksichtigt werden). Da üblicherweise der Druck in dem Zylinder, der ungefähr gleich dem Atmosphärendruck ist, minimal gemacht wird, wenn ein Zylinderventil geöffnet wird, wird die Entladungsstartspannung der Zündkerze 3 zu diesem Zeitpunkt ebenfalls minimal.

Somit kann eine frühzeitige Zündung in zuverlässiger Weise verhindert werden, indem die Sekundärspannung  $V_2$ , die erzeugt wird, wenn das Zuführen des Primärstromes  $i_1$  beginnt, auf weniger als 1,5 kV eingestellt wird.

Mit der Anordnung gemäß der oben beschriebenen ersten Ausführungsform kann diese Aufgabe in zufriedenstellender Weise gelöst werden, da die Sekundärspannung  $V_2$  zu Beginn des Ansteigens des Zündsignals  $G_a$  einen Wert von 1,5 kV nicht überschreitet.

### Zweite Ausführungsform

Obwohl die Zeitkonstantenschaltung 4 zusammen mit dem Leistungstransistor 14A verwendet wird, um das Ansteigen der Sekundärspannung  $V_2$  bei der ersten Ausführungsform noch wirksamer zu unterdrücken, versteht es sich von selbst, daß der Effekt, den Spannungsanstieg der Sekundärspannung  $V_2$  auf weniger als 1,5 kV zu unterdrücken, auch dann erreicht werden kann, wenn nur der Leistungstransistor 14A mit der charakteristischen Änderung des Gleichstromverstärkungsverhältnisses  $hFE$  in der vorstehend beschriebenen Weise verwendet wird, ohne zusätzlich auch die Zeitkonstantenschaltung 4 einzusetzen.

### Dritte Ausführungsform

Obwohl eine Zeitkonstantenschaltung 4, bestehend aus dem Widerstand 40, der an den Eingangsanschluß des Leistungstransistors 14A angeschlossen ist, und dem geerdeten

Kondensator 41, bei der obigen ersten Ausführungsform verwendet wird, um die Anordnung zu vereinfachen und Kosten zu reduzieren, kann selbstverständlich auch eine andere Zeitkonstantenschaltung verwendet werden, die aus verschiedenen Schaltungskomponenten und Schaltungsanordnungen besteht, wobei den jeweiligen Erfordernissen Rechnung getragen wird.

Die dritte Ausführungsform gemäß der Erfindung verwendet eine Zeitkonstantenschaltung, die in der Lage ist, die Zeitkonstante kleiner als bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 einzustellen. Diese dritte Ausführungsform wird nachstehend näher erläutert.

Die Fig. 6 und 7 zeigen Schaltungsanordnungen von Zeitkonstantenschaltungen 4A und 4B gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung. In den jeweiligen Figuren der Zeichnungen ist die dritte Ausführungsform in gleicher Weise ausgebildet wie bei der Anordnung gemäß Fig. 1, ausgenommen die Schaltungsanordnungen der Zeitkonstantenschaltungen 4A und 4B, die sich von der in Fig. 1 unterscheiden.

Gemäß Fig. 6 besteht die Zeitkonstantenschaltung 4A aus einem Widerstand 42, der in Reihe mit einem Kondensator 41 geschaltet ist, und einem PNP-Transistor 43 mit geerdetem Kollektor, wobei seine Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Widerstand 42 mit dem Kondensator 41 verbunden ist, während sein Emitter mit der Basis des Leistungstransistors 14A verbunden ist.

Bei der Anordnung gemäß Fig. 7 besteht die Zeitkonstantenschaltung 4B aus einem Widerstand 40, der zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung 2 mit dem Kondensator 41 verbunden ist, und die Basis des Leistungstransistors 14A geschaltet ist, sowie einem PNP-Transistor 43 mit geerdetem Kollektor, dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator 41 mit dem Widerstand 40 verbunden ist, und dessen Emitter mit der Basis des Leistungstransistors 14A verbunden ist.

Bei beiden Zeitkonstantenschaltungen 4A und 4B gemäß den Fig. 6 und 7 wird das Zündsignal  $G_a$  wirksam gemacht, wenn der PNP-Transistor 43 abgeschaltet wird, und zwar durch die Zunahme der Ladespannung am positiven Anschluß des Kondensators 41. Durch diesen Betrieb kann in zuverlässiger Weise ein Störsignal unterdrückt werden, das sonst der Sekundärspannung  $V_2$  überlagert würde. Weiterhin kann die Zeitkonstante zur Verzögerung des Anstiegs des Zündsignals  $G_a$  und der Sekundärspannung  $V_2$  auf einen kleinen Wert eingestellt werden.

Das bedeutet, obwohl die Zeitkonstante der Zeitkonstantenschaltung 4 gemäß Fig. 1 (erste Ausführungsform) sich auf eine Zeitdauer bezieht, bis die Ladespannung des Kondensators 41 die Basis-Emitter-Spannung  $V_{BE}$  des Leistungstransistors 14A erreicht, bezieht sich die Zeitkonstante der Zeitkonstantenschaltungen 4A und 4B (dritte Ausführungsform) auf eine Zeitspanne, bis die Ladespannung des Kondensators 41 die Basis-Emitter-Spannung des PNP-Transistors 43 erreicht, welche etwa den halben Wert der Basis-Emitter-Spannung  $V_{BE}$  des Leistungstransistors 14A hat. Infolgedessen kann die Zeitkonstante auf einen kleinen Wert eingestellt werden, der etwa den halben Wert der Zeitkonstanten gemäß der ersten Ausführungsform hat.

Da bei der Anordnung gemäß Fig. 7 der Widerstand 40 in ähnlicher Weise vorgesehen ist wie bei der Anordnung gemäß Fig. 1, können der Leistungstransistor 14A, der PNP-Transistor 43 und dergleichen geschützt werden, auch wenn ein Spannungsstoß beim Zündsignal  $G$  von der Steuerschaltung 2 überlagert ist.

## Vierte Ausführungsform

Auch wenn die dritte Ausführungsform einen Fall zeigt, bei dem der PNP-Transistor 43, der abgeschaltet wird, wenn der Kondensator 41 geladen wird, in Reihe zwischen die Basis und den Emitter des Leistungstransistors 14A geschaltet ist und die Zeitkonstante zur Verzögerung des Anstiegs des Zündsignals Ga auf einen kleinen Wert eingestellt ist, so ist es auch möglich, den Anstieg des Zündsignals Ga in noch sicherer Weise zu verzögern, indem man einen PNP-Transistor oder einen NPN-Transistor, der eingeschaltet wird, wenn der Kondensator 41 geladen wird, an den Basisanschluß des Leistungstransistors 14A anschließt.

Die vierte Ausführungsform gemäß der Erfindung dient dazu, eine noch sicherere Verzögerung des Anstiegs des Zündsignals Ga zu erzielen, indem man die Einschaltverzögerung des PNP-Transistors oder des NPN-Transistors verwendet. Diese vierte Ausführungsform wird nachstehend näher erläutert.

Die Fig. 8 und 9 zeigen Schaltbilder von Zeitkonstantenschaltungen 4C und 4D gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung. In den jeweiligen Zeichnungen ist die vierte Ausführungsform in gleicher Weise ausgebildet wie die erste Ausführungsform gemäß Fig. 1, ausgenommen die Schaltungsanordnungen der Zeitkonstantenschaltungen 4C und 4D.

Gemäß Fig. 8 weist die Zeitkonstantenschaltung 4C folgende Baugruppen auf: einen Widerstand 44, der zwischen den Kondensator 41 und Masse geschaltet ist; eine Diode 45, die mit umgekehrter Polarität, also in Sperr-Richtung, zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung 2 mit dem Kondensator 41 verbunden ist, und die Basis des Leistungstransistors 14A geschaltet ist; und einen PNP-Transistor 46, dessen Emitter mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator 41 mit der Kathode der Diode 45 verbunden ist, dessen Kollektor mit dem Anschluß verbunden ist, an dem die Anode der Diode 45 mit der Basis des Leistungstransistors 14A verbunden ist, und dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator 41 mit dem Widerstand 44 verbunden ist.

Gemäß Fig. 9 weist die Zeitkonstantenschaltung 4D folgende Baugruppen auf: einen Widerstand 42, der in Reihe mit dem Kondensator 41 geschaltet ist; eine Diode 45, die mit umgekehrter Polarität zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung 2 mit dem Widerstand 42 verbunden ist, und die Basis des Leistungstransistors 14A geschaltet ist; und einen NPN-Transistor 47, dessen Kollektor mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Widerstand 42 mit der Kathode der Diode 45 verbunden ist, dessen Emitter mit dem Anschluß verbunden ist, an dem die Anode der Diode 45 mit der Basis des Leistungstransistors 14A verbunden ist, und dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator 41 mit dem Widerstand 42 verbunden ist.

Bei der Zeitkonstantenschaltung 4C gemäß Fig. 8 wird die Spannung am negativen Anschluß des Kondensators 41 reduziert, wenn er geladen wird, so daß das Zündsignal Ga wirksam gemacht wird, wenn der PNP-Transistor 46 eingeschaltet ist.

Bei der Zeitkonstantenschaltung 4D gemäß Fig. 9 wird die Spannung am positiven Anschluß des Kondensators 41 erhöht, wenn er geladen wird, so daß das Zündsignal Ga wirksam gemacht wird, wenn der NPN-Transistor 47 eingeschaltet ist.

Mit diesen Maßnahmen kann der Anstiegsbetrieb des Zündsignals Ga in zuverlässiger Weise verzögert werden.

Andererseits wird die Diode 45, die parallel zu dem PNP-Transistor 46 oder dem NPN-Transistor 47 geschaltet ist,

benötigt, wenn der Leistungstransistor 14A abgeschaltet werden soll. Wenn nämlich ein Ausgangstransistor 22 in der Steuerschaltung 2 eingeschaltet wird und das Zündsignal G auf den L-Pegel geändert wird, so wird der PNP-Transistor 46 oder der NPN-Transistor 47 abgeschaltet, und der Leistungstransistor 14A wird durch einen Basisstrom abgeschaltet, der über die Diode 45 zur Masse abfließt.

Wie aus Fig. 8 und 9 ersichtlich, wird der Effekt der Unterdrückung des Anstiegs der Sekundärspannung V2 mit einer verbesserten Unterdrückungsgenauigkeit erhöht, und zwar durch die Anordnung, daß die Parallelschaltung, bestehend aus der Diode 45 und dem PNP-Transistor 46 bzw. dem NPN-Transistor 47 an den Eingangsanschluß, nämlich die Basis des Leistungstransistors 14A angeschlossen ist und daß die Basis des PNP-Transistors 46 (oder des NPN-Transistors 47) mit dem negativen Anschluß (oder dem positiven Anschluß) des Kondensators 41 verbunden ist.

## Fünfte Ausführungsform

Auch wenn bei der oben beschriebenen Ausführungsform der PNP-Transistor 46 abgeschaltet wird, indem man direkt die Ladespannung am positiven Anschluß des Kondensators 41 verwendet, kann der NPN-Transistor 47 auch mit einem Spannungsfolger mit variabler Charakteristik abgeschaltet werden, der an den negativen Anschluß des Kondensators 41 angeschlossen ist. Bei dem Spannungsfolger handelt es sich um einen Operationsverstärker, bei dem der Ausgang auf den nicht invertierenden Eingang zurückgekoppelt ist.

Nachstehend wird eine fünfte Ausführungsform gemäß der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert, welche die Einstellung der Temperaturcharakteristik und der gleichen einer Zeitkonstanten über einen Spannungsfolger ermöglicht.

Fig. 10 zeigt ein Schaltbild einer Zeitkonstantenschaltung 4E gemäß der fünften Ausführungsform der Erfindung. Die fünfte Ausführungsform ist in gleicher Weise ausgebildet wie die erste Ausführungsform gemäß Fig. 1, abgesehen von der Schaltungsanordnung der Zeitkonstantenschaltung 4E.

Gemäß Fig. 10 weist die Zeitkonstantenschaltung 4E folgende Baugruppen auf: einen Widerstand 44, der zwischen einem Kondensator 41 und Masse geschaltet ist; einen Spannungsfolger 48 mit einem invertierenden Eingang (-), der mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator 41 mit dem Widerstand 44 verbunden ist, und mit einem nicht invertierenden Eingang (+), der mit seinem Ausgang kurzgeschlossen ist; und einen NPN-Transistor 49 mit geerdetem Emitter, dessen Kollektor mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung 2 mit der Basis des Leistungstransistors 14A verbunden ist, und dessen Basis mit dem Ausgangsanschluß des Spannungsfolgers 48 verbunden ist.

Der Spannungsfolger 48 legt die Spannung vom negativen Anschluß des Kondensators 41 an die Basis des NPN-Transistors 49 an und schaltet den NPN-Transistor 49 dadurch ab, daß er seine Ausgangsspannung kleiner einstellt als die Basis-Emitter-Spannung VBE des NPN-Transistors 49, wenn die Spannung am negativen Anschluß des Kondensators 41 durch einen Ladevorgang niedriger wird als ein vorgegebener Wert. Ferner ist die Schaltungskonstante des Spannungsfolgers 48 vorher eingestellt, um eine geeignete Charakteristik zu erfüllen.

Die Zeitkonstantenschaltung 4E gemäß Fig. 10 kann ebenfalls in wirkungsvoller Weise ein Störsignal unterdrücken, das sonst der Sekundärspannung V2 überlagert würde, wie es vorstehend im einzelnen erläutert ist.

Da ferner der negative Anschluß des Kondensators 41 mit

dem invertierenden Eingang (-) des Spannungsfolgers 48 verbunden ist und der Ausgangsanschluß des Spannungsfolgers 48 mit der Basis des Transistors 49 mit geerdetem Emitter verbunden ist, wie es Fig. 10 zeigt, können die Temperaturcharakteristik und dergleichen eingestellt werden. Außerdem läßt sich die Störsignal-Unterdrückungsgenauigkeit weiter verbessern.

## Patentansprüche

- Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Zündstromeinheit (1A) mit einer Zündspule (13) und einem Leistungstransistor (14A), um einen Primärstrom (i1) zu der Zündspule (13) zuzuführen und zu unterbrechen; und
  - einer Steuerschaltung (2) mit einer CPU (21), die einen Zündzeitpunkt der Brennkraftmaschine und die Zuführungsdauer des Primärstromes (i1) in Abhängigkeit von den Betriebszuständen berechnet und ein Zündsignal (G) an den Leistungstransistor (14A) abgibt, um den Primärstrom (i1) in Abhängigkeit von dem Zündsignal (G) zuzuführen und zu unterbrechen und um eine Sekundär-Hochspannung (V2) von der Zündspule (13) zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungstransistor (14A) eine derartige Charakteristik besitzt, daß sein Gleichstromverstärkungsverhältnis (hFE) ansteigt, wenn die Basis-Emitter-Spannung (VBE) zwischen seiner Basis und seinem Emitter ansteigt, um das Ansteigen des Primärstromes (i1) zu unterdrücken.
- Zündeinrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Zeitkonstantenschaltung (4, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E), die einen Kondensator (41) aufweist, der zwischen einem Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung (2) mit der Basis des Leistungstransistors (14A) verbunden ist, und Masse geschaltet ist, um das Ansteigen des Zündsignals (Ga) zu unterdrücken.
- Zündeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitkonstantenschaltung (4A) folgendes aufweist:
  - einen Widerstand (42), der mit dem Kondensator (41) in Reihe geschaltet ist; und
  - einen PNP-Transistor (43) mit geerdetem Kollektor, dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Widerstand (42) mit dem Kondensator (41) verbunden ist, und dessen Emitter mit der Basis des Leistungstransistors (14A) verbunden ist.
- Zündeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitkonstantenschaltung (4B) folgendes aufweist:
  - einen Widerstand (40), der zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung (2) mit dem Kondensator (41) verbunden ist, und die Basis des Leistungstransistors (14A) geschaltet ist; und
  - einen PNP-Transistor (43) mit geerdetem Kollektor, dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator (41) mit dem Widerstand (40) verbunden ist, und dessen Emitter mit der Basis des Leistungstransistors (14A) verbunden ist.
- Zündeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitkonstantenschaltung (4C) folgendes aufweist:
  - einen Widerstand (44), der zwischen den Kon-

densator (41) und Masse geschaltet ist;

- eine Diode (45), die mit umgekehrter Polarität zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung (2) mit dem Kondensator (41) verbunden ist, und die Basis des Leistungstransistors (14A) geschaltet ist; und
- einen PNP-Transistor (46), dessen Emitter mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator (41) mit der Kathode der Diode (45) verbunden ist, dessen Kollektor mit dem Anschluß verbunden ist, an dem die Anode der Diode (45) mit der Basis des Leistungstransistors (14A) verbunden ist, und dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator (41) mit dem Widerstand (44) verbunden ist.

- Zündeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitkonstantenschaltung (4D) folgendes aufweist:

- einen Widerstand (42), der mit dem Kondensator (41) in Reihe geschaltet ist;
- eine Diode (45), die mit umgekehrter Polarität zwischen den Anschluß, an dem der Ausgangsanschluß der Steuerschaltung (2) mit dem Widerstand (42) verbunden ist, und die Basis des Leistungstransistors (14A) geschaltet ist; und
- einen NPN-Transistor (47), dessen Kollektor mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Widerstand (42) mit der Kathode der Diode (45) verbunden ist, dessen Emitter mit dem Anschluß verbunden ist, an dem die Anode der Diode (45) mit der Basis des Leistungstransistors (14A) verbunden ist, und dessen Basis mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator (41) mit dem Widerstand (42) verbunden ist.

- Zündeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitkonstantenschaltung (4E) folgendes aufweist:

- einen Widerstand (44), der zwischen den Kondensator (41) und Masse geschaltet ist;
- einen Spannungsfolger (48) mit einem invertierenden Eingang (-), der mit dem Anschluß verbunden ist, an dem der Kondensator (41) mit dem Widerstand (44) verbunden ist, und mit einem nicht invertierenden Eingang (+), der mit seinem Ausgangsanschluß kurzgeschlossen ist; und
- einen NPN-Transistor (49) mit geerdetem Emitter, dessen Kollektor mit dem Anschluß der Steuerschaltung (2) mit der Basis des Leistungstransistors (14A) verbunden ist, und dessen Basis mit dem Ausgangsanschluß des Spannungsfolgers (48) verbunden ist.

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

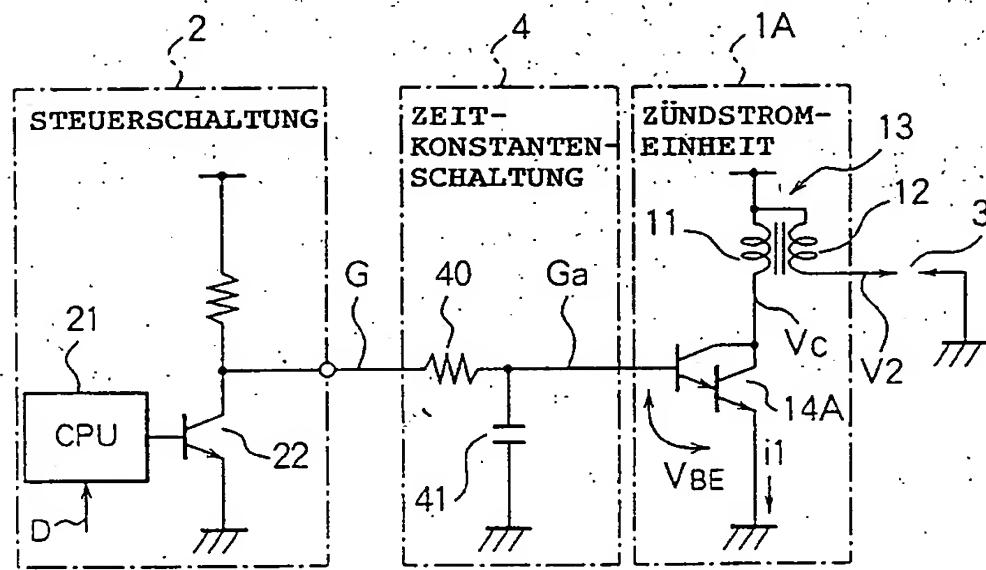


FIG. 2

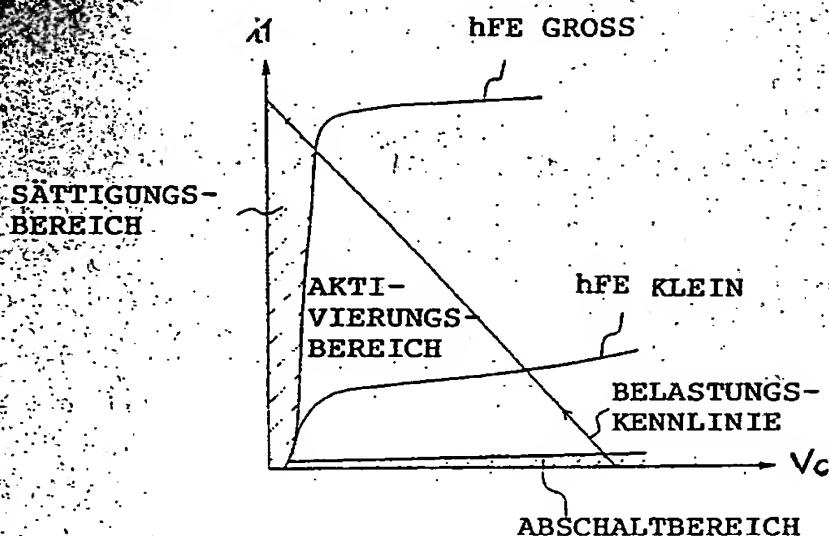


FIG. 3

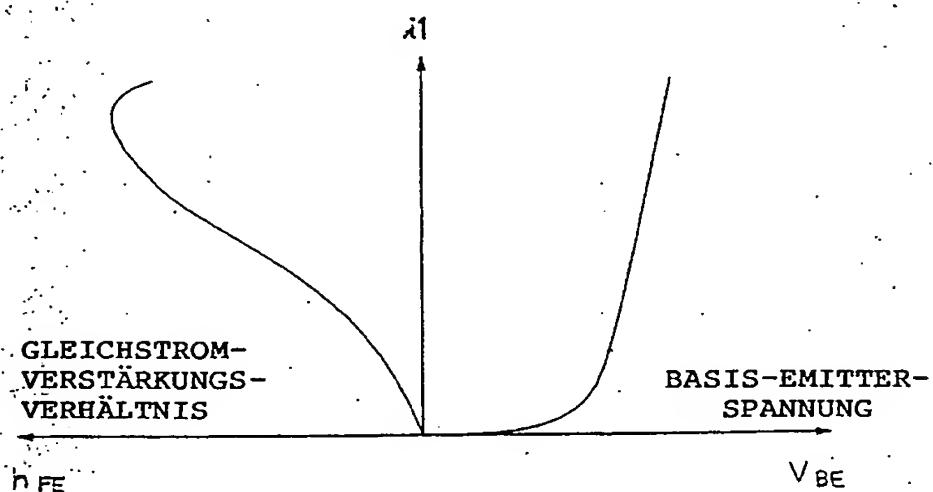


FIG. 4

ZÜND SIGNAL G

ZÜND SIGNAL Ga

KOLLEKTORPOTENTIAL Vc

SEKUNDÄRSPANNUNG V2

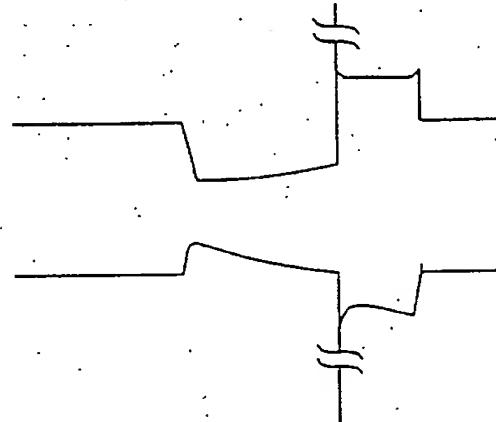
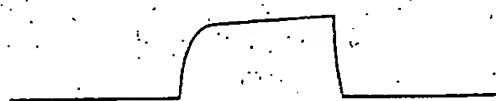
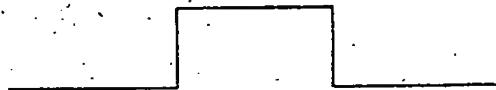


FIG. 5

KOLLEKTORPOTENTIAL Vc

SEKUNDÄRSPANNUNG V2

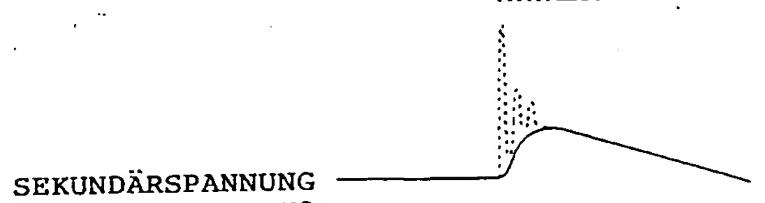
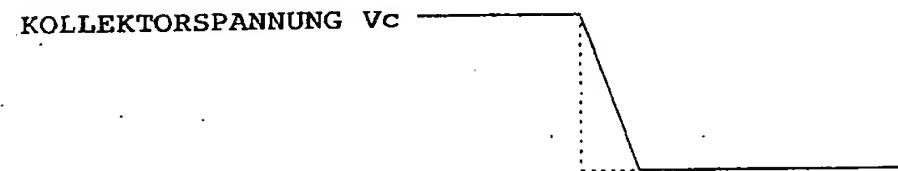


FIG. 6

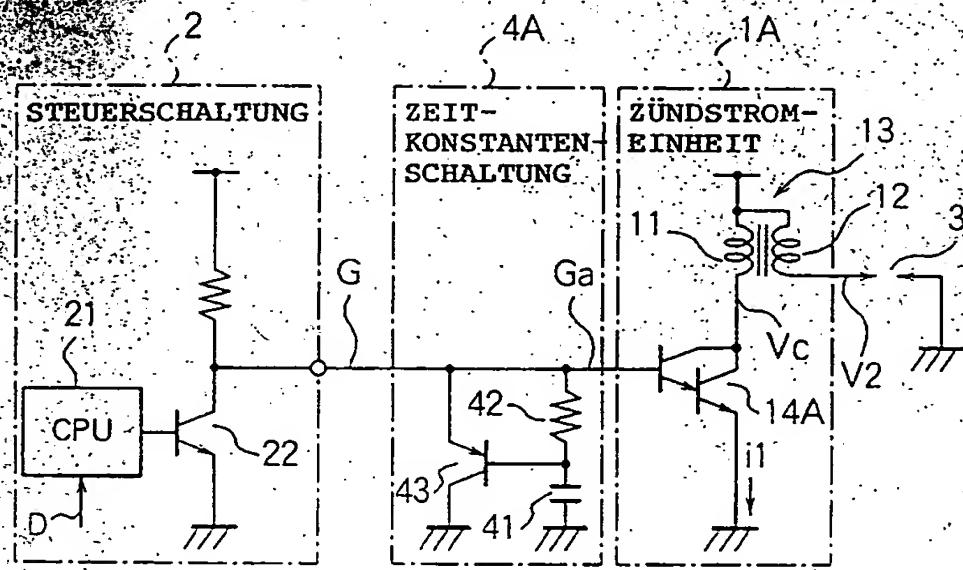


FIG. 7

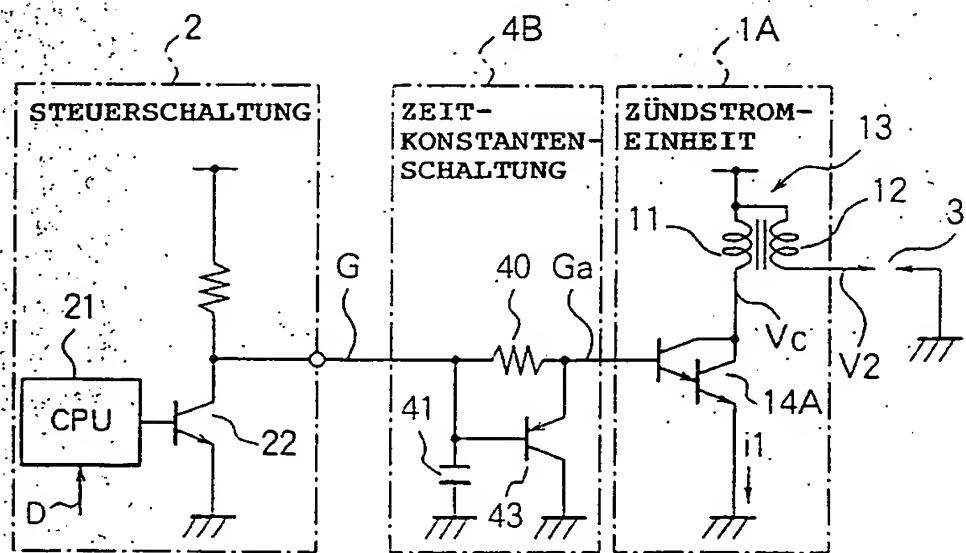


FIG. 8

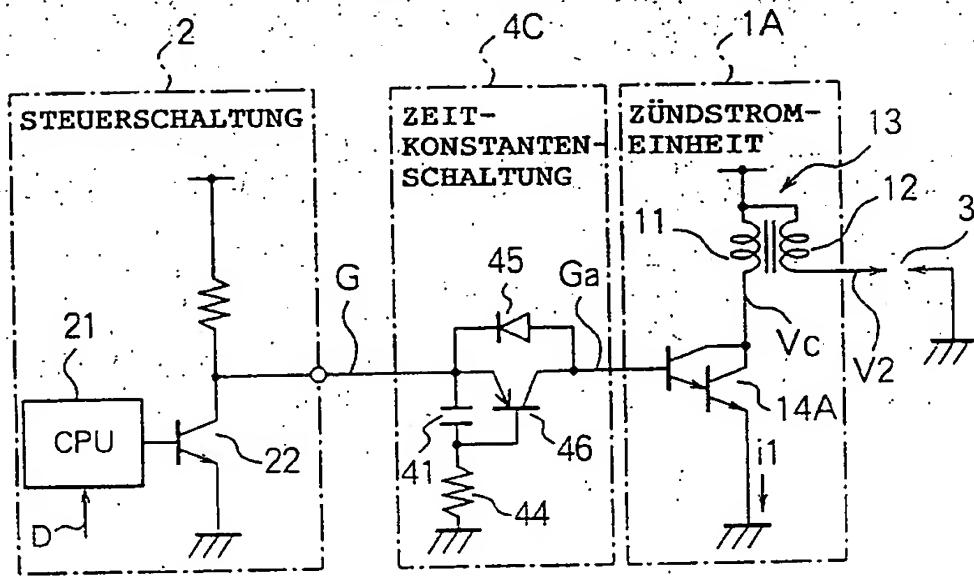


FIG. 9

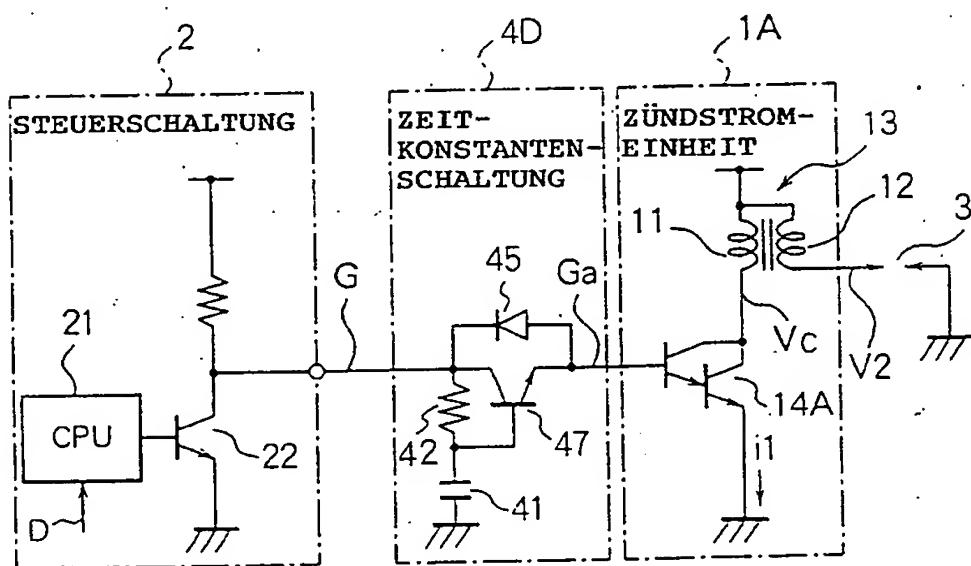


FIG. 10

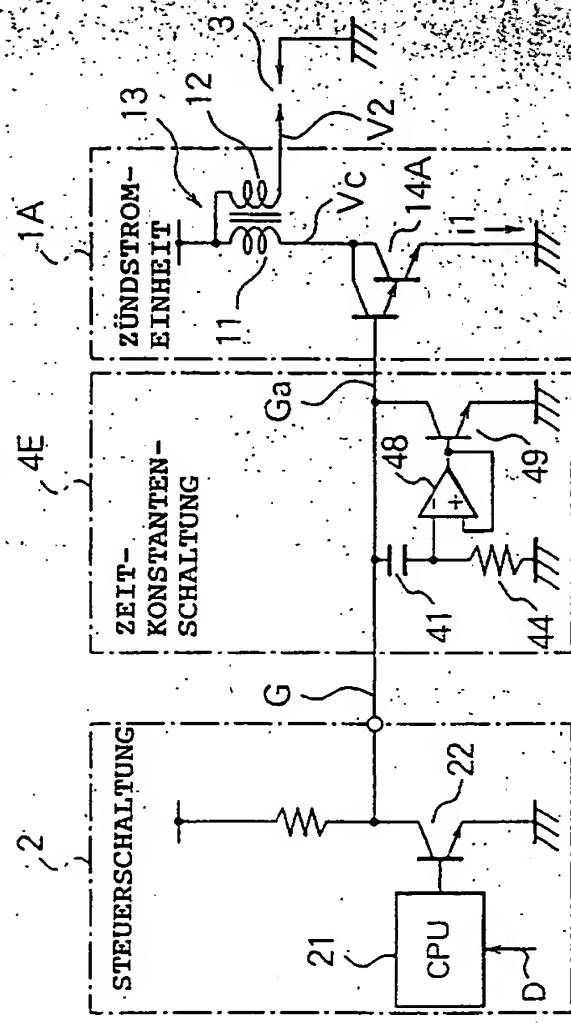
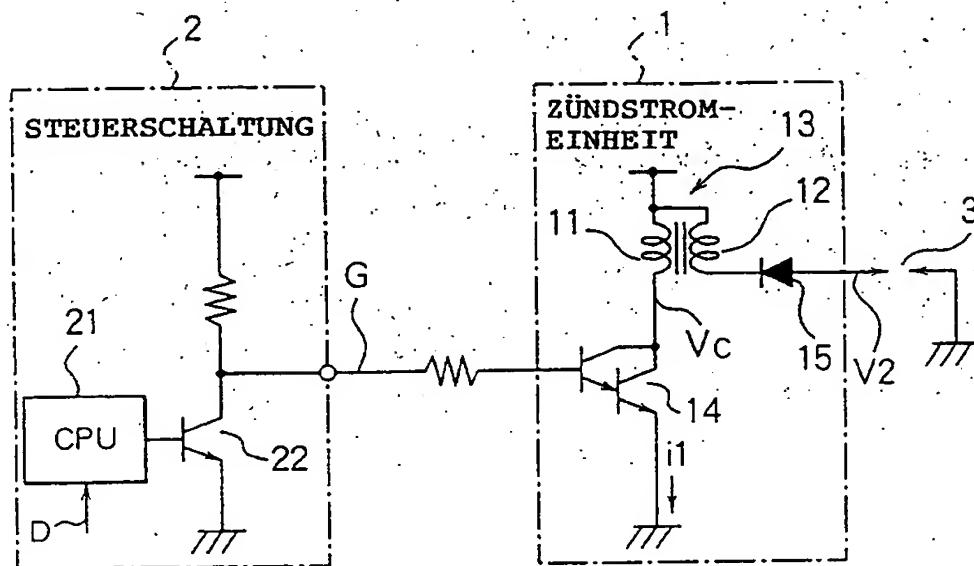
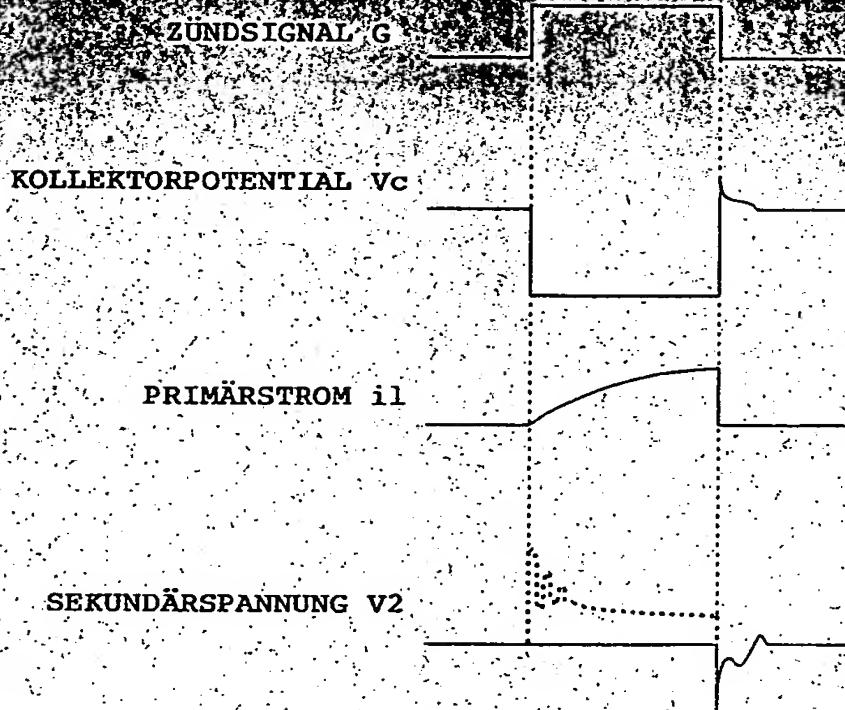


FIG. 11





# FIG. 12



DOCKET NO: WMP-1FF-007  
SERIAL NO:  
APPLICANT: Thomas Theobald et al.  
LERNER AND GREENBERG P.A.  
P.O. BOX 2480  
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022  
TEL. (954) 925-1100